

Jc979 U.S. Pro
09/901038
07/10/01

Docket No.: 50090-301

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Toshihiro YAMASHITA, et al.

Serial No.: Group Art Unit:

Filed: July 10, 2001 Examiner:

For: PLASMA PROCESSING SYSTEM IN WHICH WAFER IS RETAINED BY
ELECTROSTACTIC CHUCK, PLASMA PROCESSING METHOD AND METHOD OF
MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

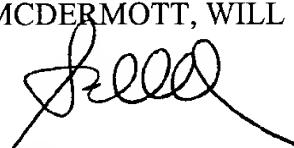
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:

Japanese Patent Application No. 2000-403083, filed December 28, 2000

cited in the Declaration of the present application. A Certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY


Stephen A. Becker
Registration No. 26,527

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 SAB:prp
Date: July 10, 2001
Facsimile: (202) 756-8087

日本特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

50090-301 2
YAMASHITA et al.
July 10, 2001
McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

U.S. PRO
JC978 09/901038
07/16/01

出願年月日
Date of Application: 2000年12月28日

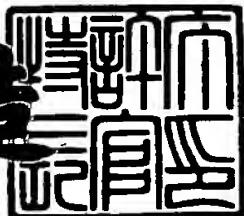
出願番号
Application Number: 特願2000-403083

出願人
Applicant(s): 三菱電機株式会社

2001年 2月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3002713

【書類名】 特許願
 【整理番号】 527975JP01
 【提出日】 平成12年12月28日
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 H01L 21/68
 H01L 21/3065

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

【氏名】 山下 利弘

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

【氏名】 伊勢 博利

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082175

【弁理士】

【氏名又は名称】 高田 守

【電話番号】 03-5379-3088

【選任した代理人】

【識別番号】 100066991

【弁理士】

【氏名又は名称】 葛野 信一

【電話番号】 03-5379-3088

【選任した代理人】

【識別番号】 100106150

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 英樹

【電話番号】 03-5379-3088

【選任した代理人】

【識別番号】 100108372

【弁理士】

【氏名又は名称】 谷田 拓男

【電話番号】 03-5379-3088

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 049397

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理方法および装置並びに半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理ガスが導入・排出される処理容器内部に対向して配置された一対の電極と、

該一対の電極間にプラズマを発生させるRF給電手段と、

上記一対の電極の一方を試料台とし、該試料台に対して被処理基板を保持および離脱する保持・離脱手段と、

上記試料台と上記被処理基板の間のインピーダンス変動成分に基づいて該被処理基板の静電吸着および除電状態を検出する検出手段と

を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 上記検出手段は、上記RF給電手段および上記保持・離脱手段の電源ラインに電圧プローブを介して接続されたインピーダンス検出回路を有し、上記試料台と上記被処理基板の間のギャップ長の変動により発生するプラズマインピーダンスを検出し、静電吸着エラーおよび除電終点検出を行うことを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 上記保持・離脱手段は、上記被処理基板を保持する上記試料台の表面に設けられた絶縁被膜と、上記試料台に直流電圧を印加する直流電圧印加手段とを備え、上記プラズマをアースとし、上記被処理基板と上記試料台との間に発生する静電気力により、上記被処理基板と上記試料台を吸着させて保持し、上記被処理基板と上記試料台の絶縁被膜に蓄積した電荷の逆電荷を発生する電圧を印加させることにより、上記被処理基板と上記絶縁被膜を含む試料台の残留電荷を除電し、上記被処理基板と上記試料台とを離脱することを特徴とする請求項1または2記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】 上記RF給電手段は、プラズマを発生させる高周波出力を少なくとも1Wから2.0KWの範囲で印加することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】 上記保持・離脱手段は、保持用の吸着電圧および離脱用の除電電圧の出力を、直流電圧で少なくとも-2.0KVから2.0KVの範囲で行

うことを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項6】 上記検出手段は、上記被処理基板と上記試料台の間で生じるギャップ長の変動が0.5mm～1.5mmの範囲で変動した際、プラズマインピーダンスが変動したことを検出することを特徴とする請求項2記載のプラズマ処理装置。

【請求項7】 上記検出手段は、上記試料台より導入された冷却ガスの押し下げ圧力により押し下げられた上記試料台と上記被処理基板の間で生じるギャップ長の変動に基づいてプラズマインピーダンスが変動したことを検出し、静電吸着エラーを検出することを特徴とする請求項2記載のプラズマ処理装置。

【請求項8】 上記保持・離脱手段は、上記被処理基板と上記試料台とを離脱する手段として上記直流電圧印加手段の代わりに、位置検出センサと、該位置検出センサの出力に基づいて上記被処理基板と上記試料台とを離脱する上下摺動アクチュエータ手段とを備えたことを特徴とする請求項3、4、6、または7記載のプラズマ処理装置。

【請求項9】 対向する一対の電極が配置された処理容器内部に処理ガスを導入し、被処理基板の処理を終えた後上記処理ガスを排出するプラズマ処理方法において、

上記一対の電極間にプラズマを発生させる工程と、

上記一対の電極の一方を試料台とし、該試料台に対して被処理基板を静電吸着させて保持する工程と、

上記被処理基板の残留電荷を除電して上記試料台と上記被処理基板を離脱する工程と、

上記試料台と上記被処理基板の間のインピーダンス変動成分に基づいて該被処理基板の静電吸着および除電状態を検出する工程と

を含むことを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項10】 上記保持する工程において、上記被処理基板と上記試料台の間で生じるギャップ長の変動によりプラズマインピーダンスが変動することを特徴とする請求項9記載のプラズマ処理方法。

【請求項11】 上記保持する工程において、上記被処理基板と上記試料台

の間で生じるギャップ長の変動が0.5mm～1.5mmの範囲で変動した際、プラズマインピーダンスが変動することを特徴とする請求項10記載のプラズマ処理方法。

【請求項12】 上記保持する工程において、上記試料台より導入された冷却ガスの押し下げ圧力により押し下げられた上記試料台と上記被処理基板間で生じるギャップ長の変動に基づいて上記試料台と上記被処理基板の間のプラズマインピーダンスが変動することを特徴とする請求項9記載のプラズマ処理方法。

【請求項13】 上記離脱する工程において、上記被処理基板と上記試料台の間で生じるギャップ長の変動によりプラズマインピーダンスが変動することを特徴とする請求項9記載のプラズマ処理方法。

【請求項14】 上記離脱する工程において、上記被処理基板と上記試料台の間で生じるギャップ長の変動が0.5mm～1.5mmの範囲で変動した際、プラズマインピーダンスが変動することを特徴とする請求項13記載のプラズマ処理方法。

【請求項15】 上記離脱する工程において、上記試料台より導入された冷却ガスの押し下げ圧力により押し下げられた被処理基板間で生じるギャップ長の変動に基づいてプラズマインピーダンスが変動することを特徴とする請求項9記載のプラズマ処理方法。

【請求項16】 上記検出工程において、上記試料台と上記被処理基板の間で生じるギャップ長の変動によりプラズマインピーダンスが変動したことを検出し、除電終了を検出することを特徴とする請求項9～15のいずれかに記載プラズマ処理方法。

【請求項17】 請求項1～8のいずれかに記載のプラズマ処理装置を用いたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項18】 請求項9～16のいずれかに記載のプラズマ処理方法を用いたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、プラズマ処理方法および装置、並びにこのプラズマ処理方法および装置を用いた半導体装置の製造方法に関し、特に、静電チャックを利用してウエハを吸着、固定する半導体装置の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

一般に、ICやLSIと呼ばれる集積回路の製造方法において、パターン形成工程では、エッティングプロセスと呼ばれる方法が用いられ、このプロセスで使用される装置では、ウエハをプロセス処理する処理室（チャンバ）内にマイクロ波等の高い周波数を印加し、ウエハを固定する電極上に発生する静電気力を利用してウエハを電極に固定する静電チャックと呼ばれるものが使用されている。

【0003】

図3は、従来のウエハエッティング装置を示す構成図である。

図において、1はウエハであって、例えば、直径がΦ8インチのSiウエハに被エッティング膜、例えば酸化膜（SiO₂）を付けたもの等を使用する。2は絶縁被膜であって、処理容器（図示せず）内のパワー電極3の上にあり、ウエハ1が接するもので、その材質は例えば、チタニア、アルミナ等の金属を含んだフィルム等を使用する。パワー電極3は、絶縁被膜2を介してウエハ1を吸着、固定するもので、その材質は例えば、アルミ合金A5052等を使用する。4はマッチング回路であって、高周波電源5とパワー電極3に印加された電圧の整合性をとるものである。

【0004】

高周波電源5は、エッティング反応させるためのプラズマを発生させるため、また、ウエハ1をパワー電極3に固定させるための電圧を発生させるものである。高周波電源5の電源電圧は約1KV、電源周波数は13.56MHz等を使用する。6はアース電極であって、プラズマ発生時にアースの役割をするものであり、ウエハ1の直径に見合う大きさとし、その材質は、アルミ合金A5052等を使用する。7は可変抵抗であって、マッチング回路4を調整し、パワー電極3と高周波電源5の整合性をとる際に使用される。8はパワー電極3に負電圧印加、正電圧印加が切り換え可能な直流電源、9は図示せずも装置の冷却ガス系から供

給される離脱用ガスであって、N₂ガス等を使用する。

【0005】

これらの機器を用いて、エッティング処理を行うが、その処理は処理室内を高真空状態（一般に10⁻⁷ Torr程度）にして行う。

次に、ウエハ処理の手順について説明する。

先ず、図示しないロボット等の搬送手段を用い、パワー電極3上にウエハ1を搬送する。次に、パワー電極3に直流電源8から約1KVの正電圧を印加し、パワー電極3の静電吸着でウエハ1をパワー電極3上に固定する。その際の静電吸着力はパワー電極3に垂直方向に600g以上である。

【0006】

次いで、パワー電極3とアース電極6間にプラズマを発生させる高周波電圧を高周波電源5より印加し、ウエハ1のエッティングを行う。このとき、マッチング回路4で高周波電源5とパワー電極3に印加された電圧の整合性をとる。

エッティング処理が終了すると、ウエハ吸着のための直流電源8の極性を切り換えて、パワー電極3に最大-2KVの負電圧を印加し、パワー電極3の除電処理を行う。そして、離脱用ガス9を出し、ウエハ1の離脱を行う。最後に、ロボット等の搬送手段を用い、パワー電極3から離脱されたウエハ1を電極上から搬出する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述のような従来のウエハエッティング装置の場合、以下のような問題点があった。

先ず、上述の如く離脱用ガス等を使用したウエハ離脱方式だけでは、ウエハの除電、検出および静電チャックからの離脱検出が正確に行えず、離脱機構の異常動作等によるウエハの位置ずれにより、搬送エラー、ウエハの破損等が起きるという問題点があった。

また、ウエハ離脱検出不良によるタイムロスでスループットが向上せず、生産性が上がらないという問題点があった。

【0008】

この発明は、上記の問題点を解消するためになされたものであり、ウエハ離脱時のウエハの正常な除電、すなわち離脱検出を行い、ウエハの位置ズレによる搬送エラー、破損を防止することができ、また、ウエハ位置ズレによる検出不良を無くし、スループットを上げ、生産性の高いプラズマ処理方法および装置並びに半導体装置の製造方法を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明に係るプラズマ処理装置は、処理ガスが導入・排出される処理容器内部に対向して配置された一対の電極と、該一対の電極間にプラズマを発生させるRF給電手段と、上記一対の電極の一方を試料台とし、該試料台に対して被処理基板を保持および離脱する保持・離脱手段と、上記試料台と上記被処理基板の間のインピーダンス変動成分に基づいて該被処理基板の静電吸着および除電状態を検出する検出手段とを備えたものである。

【0010】

請求項2の発明に係るプラズマ処理装置は、請求項1の発明において、上記検出手段は、上記RF給電手段および上記保持・離脱手段の電源ラインに電圧プローブを介して接続されたインピーダンス検出回路を有し、上記試料台と上記被処理基板の間のギャップ長の変動により発生するプラズマインピーダンスを検出し、静電吸着エラーおよび除電終点検出を行うものである。

【0011】

請求項3の発明に係るプラズマ処理装置は、請求項1または2の発明において、上記保持・離脱手段は、上記被処理基板を保持する上記試料台の表面に設けられた絶縁被膜と、上記試料台に直流電圧を印加する直流電圧印加手段とを備え、上記プラズマをアースとし、上記被処理基板と上記試料台との間に発生する静電気力により、上記被処理基板と上記試料台を吸着させて保持し、上記被処理基板と上記試料台の絶縁被膜に蓄積した電荷の逆電荷を発生する電圧を印加することにより、上記被処理基板と上記絶縁被膜を含む試料台の残留電荷を除電し、上記被処理基板と上記試料台とを離脱するものである。

【0012】

請求項4の発明に係るプラズマ処理装置は、請求項1～3のいずれかの発明において、上記R F給電手段は、プラズマを発生させる高周波出力を少なくとも1Wから2.0KWの範囲で印加するものである。

【0013】

請求項5の発明に係るプラズマ処理装置は、請求項1～4のいずれかの発明において、上記保持・離脱手段は、保持用の吸着電圧および離脱用の除電電圧の出力を、直流電圧で少なくとも-2.0KVから2.0KVの範囲で行うものである。

【0014】

請求項6の発明に係るプラズマ処理装置は、請求項2の発明において、上記検出手段は、上記被処理基板と上記試料台の間で生じるギャップ長の変動が0.5mm～1.5mmの範囲で変動した際、プラズマインピーダンスが変動したことを探出するものである。

【0015】

請求項7の発明に係るプラズマ処理装置は、請求項2の発明において、上記検出手段は、上記試料台より導入された冷却ガスの押し下げ圧力により押し下げられた上記試料台と上記被処理基板の間で生じるギャップ長の変動に基づいてプラズマインピーダンスが変動したことを探し出し、静電吸着エラーを探出するものである。

【0016】

請求項8の発明に係るプラズマ処理装置は、請求項3、4、6、または7の発明において、上記保持・離脱手段は、上記被処理基板と上記試料台とを離脱する手段として上記直流電圧印加手段の代わりに、位置検出センサと、該位置検出センサの出力に基づいて上記被処理基板と上記試料台とを離脱する上下摺動アクチュエータ手段とを備えたものである。

【0017】

請求項9の発明に係るプラズマ処理方法は、対向する一対の電極が配置された処理容器内部に処理ガスを導入し、被処理基板の処理を終えた後上記処理ガスを排出するプラズマ処理方法において、上記一対の電極間にプラズマを発生させる

工程と、上記一対の電極の一方を試料台とし、該試料台に対して被処理基板を静電吸着させて保持する工程と、上記被処理基板の残留電荷を除電して上記試料台と上記被処理基板を離脱する工程と、上記試料台と上記被処理基板の間のインピーダンス変動成分に基づいて該被処理基板の静電吸着および除電状態を検出する工程とを含むものである。

【0018】

請求項10の発明に係るプラズマ処理方法は、請求項9の発明において、上記保持する工程において、上記被処理基板と上記試料台の間で生じるギャップ長の変動によりプラズマインピーダンスが変動するものである。

【0019】

請求項11の発明に係るプラズマ処理方法は、請求項10の発明において、上記保持する工程において、上記被処理基板と上記試料台の間で生じるギャップ長の変動が0.5mm～15mmの範囲で変動した際、プラズマインピーダンスが変動するものである。

【0020】

請求項12の発明に係るプラズマ処理方法は、請求項9の発明において、上記保持する工程において、上記試料台より導入された冷却ガスの押し下げ圧力により押し下げられた上記試料台と上記被処理基板間で生じるギャップ長の変動に基づいて上記試料台と上記被処理基板の間のプラズマインピーダンスが変動するものである。

【0021】

請求項13の発明に係るプラズマ処理方法は、請求項9の発明において、上記離脱する工程において、上記被処理基板と上記試料台の間で生じるギャップ長の変動によりプラズマインピーダンスが変動するものである。

【0022】

請求項14の発明に係るプラズマ処理方法は、請求項13の発明において、上記離脱する工程において、上記被処理基板と上記試料台の間で生じるギャップ長の変動が0.5mm～15mmの範囲で変動した際、プラズマインピーダンスが変動するものである。

【0023】

請求項15の発明に係るプラズマ処理方法は、請求項9の発明において、上記離脱する工程において、上記試料台より導入された冷却ガスの押し下げ圧力により押し下げられた被処理基板間で生じるギャップ長の変動に基づいてプラズマインピーダンスが変動するものである。

【0024】

請求項16の発明に係るプラズマ処理方法は、請求項9～15のいずれかの発明において、上記検出工程において、上記試料台と上記被処理基板の間で生じるギャップ長の変動によりプラズマインピーダンスが変動したことを検出し、除電終了を検出するものである。

【0025】

請求項17の発明に係る半導体装置の製造方法は、請求項1～8のいずれかに記載のプラズマ処理装置を用いたものである。

【0026】

請求項18の発明に係る半導体装置の製造方法は、請求項9～16のいずれかに記載のプラズマ処理方法を用いたものである。

【0027】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の一実施の形態を、図に基づいて説明する。

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1を示す構成図である。図1において、図3と対応する部分には同一符号を付して説明する。

図において、1は被処理基板としてのウエハであって、例えば、直径がΦ8インチのSiウエハに被エッチング膜、例えば酸化膜(SiO₂)を付けたもの等を使用する。2は絶縁被膜であって、処理容器(図示せず)内のパワー電極3の上にあり、ウエハ1が接するもので、その材質は例えば、チタニア、アルミナ等の金属を含んだフィルム等を使用する。パワー電極3は、絶縁被膜2を介してウエハ1を吸着、固定するもので、その材質は例えば、アルミニウムA5052等を使用する。4はマッチング回路であって、RF給電手段としての高周波電源5と

パワー電極3に印加された電圧の整合性をとるものである。

【0028】

高周波電源5は、エッティング反応させるためのプラズマを発生させるため、また、ウエハ1をパワー電極3に固定させるための電圧を発生させるものである。高周波電源5の電源電圧は約1KV、電源周波数は13.56MHz等を使用する。6はアース電極であって、プラズマ発生時にアースの役割をするものであり、ウエハ1の直径に見合う大きさとし、材質は、アルミ合金A5052等を使用する。7は可変抵抗であって、マッチング回路4を調整し、パワー電極3と高周波電源5の整合性をとる際に使用される。8はパワー電極3に負電圧印加、正電圧印加が切り替え可能な直流電源、9は図示せずも装置の冷却ガス系から供給される離脱用冷却ガスであって、N₂ガス等を使用する。絶縁被膜2と直流電源5は実質的にウエハ1の保持・離脱手段を構成する。

【0029】

10は電圧プローブであって、試料台としてのパワー電極3を含む給電系のインピーダンスを測定するため、高周波電源5および直流電源5の電源ラインに接続する。この電圧プローブ10の材質は導電性の高いPt, Au, Cu等を用いる。11は電圧プローブ10に接続された検出手段としてのインピーダンス検出回路であって、ウエハ1とパワー電極3のギャップ長等による静電容量の変動、およびプラズマインピーダンスの変化を測定する。

【0030】

12は圧力表示器、13は流量調節器であって、共にパワー電極3の冷却、ウエハ1の離脱に用いる冷却ガス9の流量制御に用いる。圧力表示器12はデジタル圧力センサ、流量調節器13はマスフローコントローラ等を用いる。

【0031】

次に、本実施の形態におけるウエハ処理の手順について説明する。

先ず、図示しないロボット等の搬送手段を用い、パワー電極3上にウエハ1を搬送する。次に、パワー電極3に直流電源8から約1KVの正電圧を印加し、パワー電極3の静電吸着でウエハ1をパワー電極3上に固定する。その際の静電吸着力はパワー電極3に垂直方向に600g以上である。

【0032】

次いで、パワー電極3とアース電極6間にプラズマを発生させる高周波電圧（13.56MHz、1W～1KW）を高周波電源5より印加し、ウエハ1のエッチングを行う。このとき、マッチング回路4で高周波電源5とパワー電極3に印加された電圧の整合性をとる。

エッチング処理が終了すると、ウエハ吸着のための直流電源8の極性を切り換えて、パワー電極3に最大-2KVの負電圧を印加し、パワー電極3の除電処理を行う。

【0033】

そして、離脱用ガス9を出し、ウエハ1の離脱を行う。この場合、インピーダンス検出回路11で、ウエハ1とパワー電極3間のギャップ長dの変動による静電容量の変動、つまり離脱する際のパワー電極3とウエハ1のギャップ長の変動により発生するプラズマインピーダンスを検出し、ウエハ1の離脱の確認を行う。このとき、ウエハ1がパワー電極3から実際に離脱していれば、インピーダンス検出回路11からはウエハ1がパワー電極3から離脱したことを表す除電OFFの信号が出力される。最後に、ロボット等の搬送手段を用い、パワー電極3から離脱されたウエハ1を電極上から搬出する。

【0034】

このように、本実施の形態では、高周波電源および直流電源5の電源ラインに電圧プローブを介して接続されたインピーダンス検出回路を用いて絶縁被膜を含めたパワー電極とウエハの間で発生する静電容量の変動即ち離脱する際のパワー電極とウエハのギャップ長の変動により発生するプラズマインピーダンスを検出し、静電吸着エラーおよび除電終点検出を行うので、パワー電極上のウエハの位置ズレを検出し、安定したプロセス処理およびウエハ搬送プロセスを行うことができ、また、吸着プロセス時間短縮によりスループットを向上でき、さらに、静電チャック電圧の最適化、ウエハ吸着・除電検出の安定化が図れる。

【0035】

実施の形態2.

図2は、この発明の実施の形態2を示す構成図である。図2において、図1と

対応する部分には同一符号を付し、その詳細説明を省略する。

図において、14は位置検出センサ、15は上下摺動アクチュエータであって、共にウエハ1をパワー電極3から離脱させるために用いる。位置検出センサ14には透過型または反射型のフォトセンサ等を用い、上下摺動アクチュエータ15にはエアシリンダ、またはボールねじとリニアガイドをモータ駆動する機構等を用いる。16は位置検出センサ14およびインピーダンス検出回路11の出力に基づいて上下摺動アクチュエータ15を制御するCPU、17は試料台としてのパワー電極3を押し上げるための押し上げピンである。その他の構成は、図1と同様である。なお、上下摺動アクチュエータ15とCPU16は上下摺動アクチュエータ手段を構成する。

【0036】

次に、本実施の形態におけるウエハ処理の手順について説明する。

先ず、図示しないロボット等の搬送手段を用い、パワー電極3上にウエハ1を搬送する。次に、パワー電極3に直流電源8から約1KVの正電圧を印加し、パワー電極3の静電吸着でウエハ1をパワー電極3上に固定する。その際の静電吸着力はパワー電極3に垂直方向に600g以上である。

次いで、パワー電極3とアース電極6間にプラズマを発生させる高周波電圧(13.56MHz, 1W~1kW)を高周波電源5より印加し、ウエハ1のエッティングを行う。このとき、マッチング回路4で高周波電源5とパワー電極3に印加された電圧の整合性をとる。

【0037】

エッティング処理が終了すると、ウエハ吸着のための直流電源8の極性を切り換えて、パワー電極3に最大-2KVの負電圧を印加し、パワー電極3の除電処理を行う。

【0038】

次いで、上下摺動アクチュエータ15を稼動し、ウエハ1の離脱を行う。このとき、位置検出センサ14でウエハ1を押し上げるストロークを検出し、その検出出力をCPU16に供給し、CPU16では検出結果に基づいて上下摺動アクチュエータ15を制御し、ウエハ1を押し上げるストロークを調整する。このと

きパワー電極3とウエハ1との貫通は0.5~15mmくらいとする。

【0039】

この場合、インピーダンス検出回路11で、ウエハ1とパワー電極3間のギャップ長dの変動による静電容量の変動、つまり離脱する際のパワー電極3とウエハ1のギャップ長の変動により発生するプラズマインピーダンスを検出し、ウエハ1の離脱の確認を行う。このとき、ウエハ1がパワー電極3から実際に離脱していれば、インピーダンス検出回路11からはウエハ1がパワー電極3から離脱したことを表す除電OFFの信号が出力される。

【0040】

また、インピーダンス検出回路11で検出した静電容量の変動即ち離脱する際のパワー電極3とウエハ1のギャップ長の変動により発生するプラズマインピーダンスの情報をCPU16に取り込んでウエハ1とパワー電極3の適切なリフト量を演算し、その演算結果を上下摺動アクチュエータ15の制御にフィードバックさせることにより、安定したウエハ処理を行う。最後に、ロボット等の搬送手段を用い、パワー電極3から離脱されたウエハ1を電極上から搬出する。

【0041】

このように、本実施の形態では、インピーダンス検出回路で検出した静電容量の変動即ち離脱する際のパワー電極とウエハのギャップ長の変動により発生するプラズマインピーダンスの情報の基づいてウエハとパワー電極の適切なリフト量を演算し、その演算結果を上下摺動アクチュエータの制御にフィードバックさせることにより、安定したウエハ処理を行うことができ、また、吸着プロセス時間短縮によりスループットを向上することができる。

【0042】

実施の形態3.

なお、上記実施の形態1、2ではプラズマを利用したウエハエッティング装置の場合について説明したが、これに限定されることなく、プラズマを利用したアッシング装置や或いはCVD(Chemical Vapor Deposition: 化学気相成長)装置や静電チャックを用いた装置にも用いることができる。

【0043】

【発明の効果】

以上のように、請求項1の発明によれば、処理ガスが導入・排出される処理容器内部に対向して配置された一対の電極と、該一対の電極間にプラズマを発生させるRF給電手段と、上記一対の電極の一方を試料台とし、該試料台に対して被処理基板を保持および離脱する保持・離脱手段と、上記試料台と上記被処理基板との間のインピーダンス変動成分に基づいて該被処理基板の静電吸着および除電状態を検出する検出手段とを備えたので、ウエハの位置ズレを検出でき、プロセス処理の安定化、ウエハ搬送の安定化、ウエハ吸着時間短縮によるスループット向上が図れ、また、静電チャック電圧の最適化、ウエハ吸着・除電検出の安定化を図ることができるという効果がある。

【0044】

また、請求項2の発明によれば、上記検出手段は、上記RF給電手段および上記保持・離脱手段の電源ラインに電圧プローブを介して接続されたインピーダンス検出回路を有し、上記試料台と上記被処理基板との間のギャップ長の変動により発生するプラズマインピーダンスを検出し、静電吸着エラーおよび除電終点検出を行うので、プロセス処理の安定化、ウエハ搬送の安定化、ウエハ吸着時間短縮によるスループットの向上、静電チャック電圧の最適化、ウエハ吸着・除電検出の安定化に寄与できるという効果がある。

【0045】

また、請求項3の発明によれば、上記保持・離脱手段は、上記被処理基板を保持する上記試料台の表面に設けられた絶縁被膜と、上記試料台に直流電圧を印加する直流電圧印加手段とを備え、上記プラズマをアースとし、上記被処理基板と上記試料台との間に発生する静電気力により、上記被処理基板と上記試料台を吸着させて保持し、上記被処理基板と上記試料台の絶縁被膜に蓄積した電荷の逆電荷を発生する電圧を印加することにより、上記被処理基板と上記絶縁被膜を含む試料台の残留電荷を除電し、上記被処理基板と上記試料台とを離脱するので、プロセス処理の安定化、ウエハ搬送の安定化、ウエハ吸着時間短縮によるスループットの向上、静電チャック電圧の最適化、ウエハ吸着・除電検出の安定化に寄与できるという効果がある。

【0046】

また、請求項4の発明によれば、上記R F給電手段は、プラズマを発生させる高周波出力を少なくとも1Wから2.0KWの範囲で印加するので、確実にプラズマを発生できるという効果がある。

【0047】

また、請求項5の発明によれば、上記保持・離脱手段は、保持用の吸着電圧および離脱用の除電電圧の出力を、直流電圧で少なくとも-2.0KVから2.0KVの範囲で行うので、吸着、離脱を確実に行うことができるという効果がある。

【0048】

また、請求項6の発明によれば、上記検出手段は、上記被処理基板と上記試料台の間で生じるギャップ長の変動が0.5mm~1.5mmの範囲で変動した際、プラズマインピーダンスが変動したことを検出するので、ウエハの位置ズレを精度よく検出できるという効果がある。

【0049】

また、請求項7の発明によれば、上記検出手段は、上記試料台より導入された冷却ガスの押し下げ圧力により押し下げられた上記試料台と上記被処理基板の間で生じるギャップ長の変動に基づいてプラズマインピーダンスが変動したことを検出し、静電吸着エラーを検出するので、静電チャック電圧の最適化、ウエハ吸着・除電検出の安定化を図ることができるという効果がある。

【0050】

また、請求項8の発明によれば、上記保持・離脱手段は、上記被処理基板と上記試料台とを離脱する手段として上記直流電圧印加手段の代わりに、位置検出センサと、該位置検出センサの出力に基づいて上記被処理基板と上記試料台とを離脱する上下摺動アクチュエータ手段とを備えたので、プロセス処理の安定化、ウエハ搬送の安定化、ウエハ吸着時間短縮によるスループットの向上を図ができるという効果がある。

【0051】

また、請求項9の発明によれば、対向する一対の電極が配置された処理容器内

部に処理ガスを導入し、被処理基板の処理を終えた後上記処理ガスを排出するプラズマ処理方法において、上記一対の電極間にプラズマを発生させる工程と、上記一対の電極の一方を試料台とし、該試料台に対して被処理基板を静電吸着させて保持する工程と、上記被処理基板の残留電荷を除電して上記試料台と上記被処理基板を離脱する工程と、上記試料台と上記被処理基板の間のインピーダンス変動成分に基づいて該被処理基板の静電吸着および除電状態を検出する工程とを含むので、プロセス処理の安定化、ウエハ搬送の安定化、ウエハ吸着時間短縮によるスループット向上が図れ、また、静電チャック電圧の最適化、ウエハ吸着・除電検出の安定化を図ることができるという効果がある。

【0052】

また、請求項10の発明によれば、上記保持する工程において、上記被処理基板と上記試料台の間で生じるギャップ長の変動によりプラズマインピーダンスが変動するので、プロセス処理の安定化、ウエハ搬送の安定化、ウエハ吸着時間短縮によるスループットの向上、静電チャック電圧の最適化、ウエハ吸着・除電検出の安定化に寄与できるという効果がある。

【0053】

また、請求項11の発明によれば、上記保持する工程において、上記被処理基板と上記試料台の間で生じるギャップ長の変動が0.5mm～15mmの範囲で変動した際、プラズマインピーダンスが変動するので、ウエハの位置ズレを精度よく検出できるという効果がある。

【0054】

また、請求項12の発明によれば、上記保持する工程において、上記試料台より導入された冷却ガスの押し下げ圧力により押し下げられた上記試料台と上記被処理基板間で生じるギャップ長の変動に基づいて上記試料台と上記被処理基板の間のプラズマインピーダンスが変動するので、プロセス処理の安定化、ウエハ搬送の安定化、ウエハ吸着時間短縮によるスループットの向上に寄与できるという効果がある。

【0055】

また、請求項13の発明によれば、上記離脱する工程において、上記被処理基

板と上記試料台の間で生じるギャップ長の変動によりプラズマインピーダンスが変動するので、プロセス処理の安定化、ウエハ搬送の安定化、ウエハ吸着時間短縮によるスループットの向上に寄与できるという効果がある。

【0056】

また、請求項14の発明によれば、上記離脱する工程において、上記被処理基板と上記試料台の間で生じるギャップ長の変動が0.5mm～15mmの範囲で変動した際、プラズマインピーダンスが変動するので、ウエハの位置ズレを精度よく検出できるという効果がある。

【0057】

また、請求項15の発明によれば、上記離脱する工程において、上記試料台より導入された冷却ガスの押し下げ圧力により押し下げられた被処理基板間で生じるギャップ長の変動に基づいてプラズマインピーダンスが変動するものである。工程とを含むので、プロセス処理の安定化、ウエハ搬送の安定化、ウエハ吸着時間短縮によるスループットの向上に寄与できるという効果がある。

【0058】

また、請求項16の発明によれば、上記検出工程において、上記試料台と上記被処理基板の間で生じるギャップ長の変動によりプラズマインピーダンスが変動したことを検出し、除電終了を検出するので、静電チャック電圧の最適化、ウエハ吸着・除電検出の安定化を図ることができるという効果がある。

【0059】

また、請求項17の発明によれば、請求項1～8のいずれかに記載のプラズマ処理装置を用いたので、生産性のよい半導体装置の製造方法が得られるという効果がある。

【0060】

さらに、請求項18の発明によれば請求項9～16のいずれかに記載のプラズマ処理方法を用いたので、品質の優れた信頼性の高い半導体装置が得られるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1を示す構成図である。

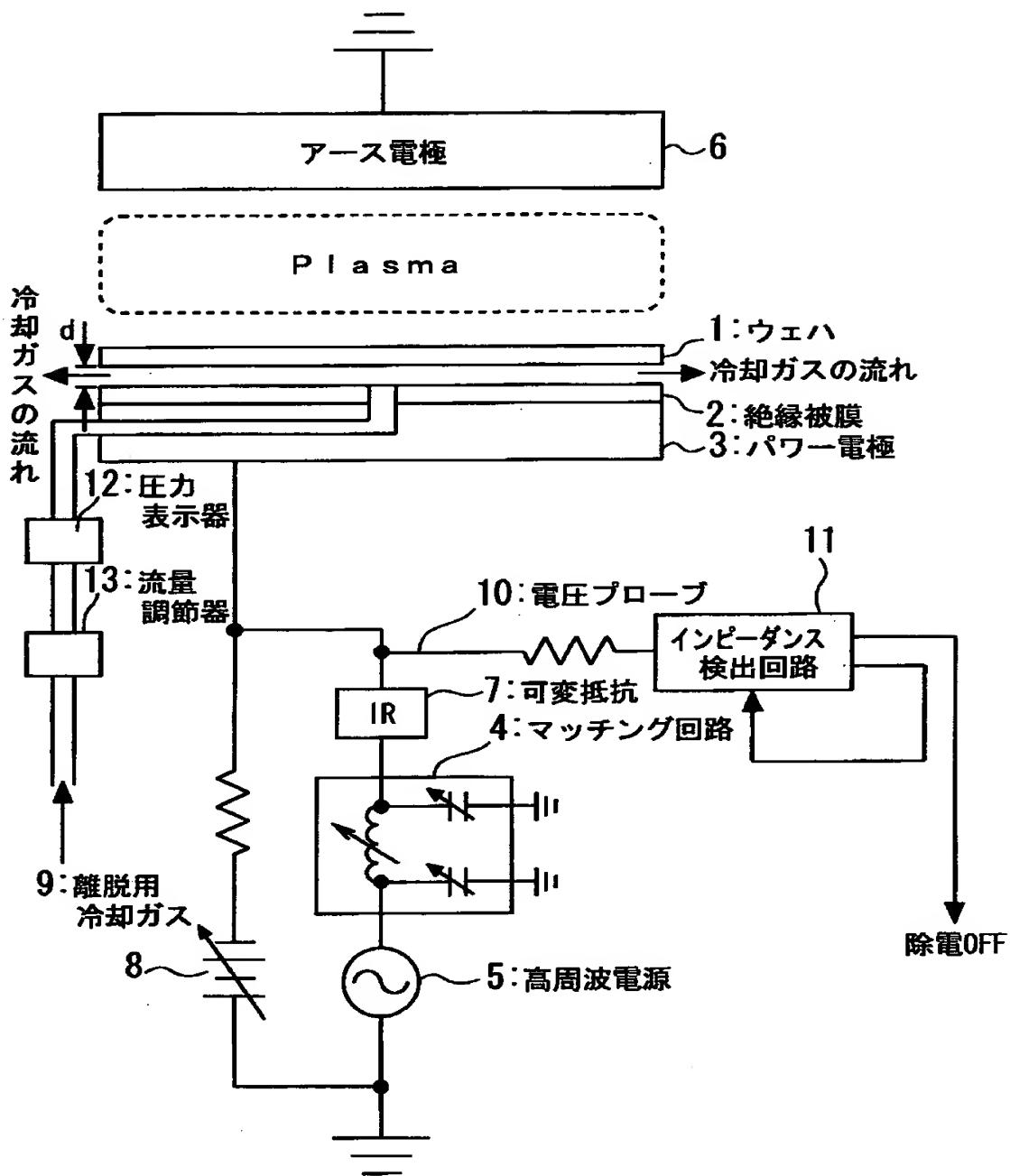
【図2】 この発明の実施の形態2を示す構成図である。

【図3】 従来のウエハエッチング装置を示す構成図である。

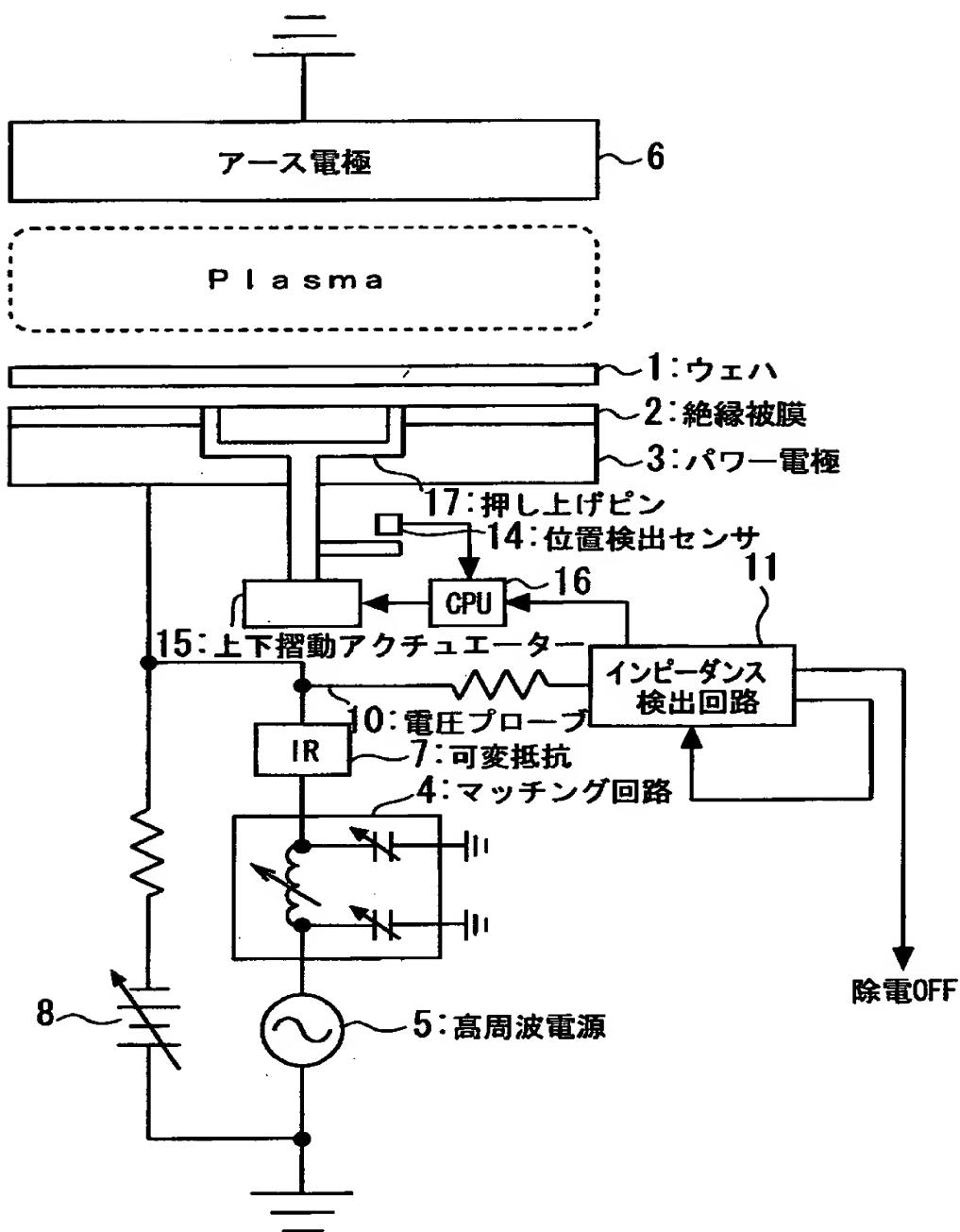
【符号の説明】

1 ウエハ、 2 絶縁被膜、 3 パワー電極、 4 マッチング回路、
5 高周波電源、 6 アース電極、 7 可変抵抗、 8 直流電源、
10 電圧プローブ、 11 インピーダンス検出回路、 1
2 圧力表示器、 13 流量調節器、 14 位置検出センサ、 15
上下摺動アクチュエータ、 16 C P U、 17 押し上げピン。

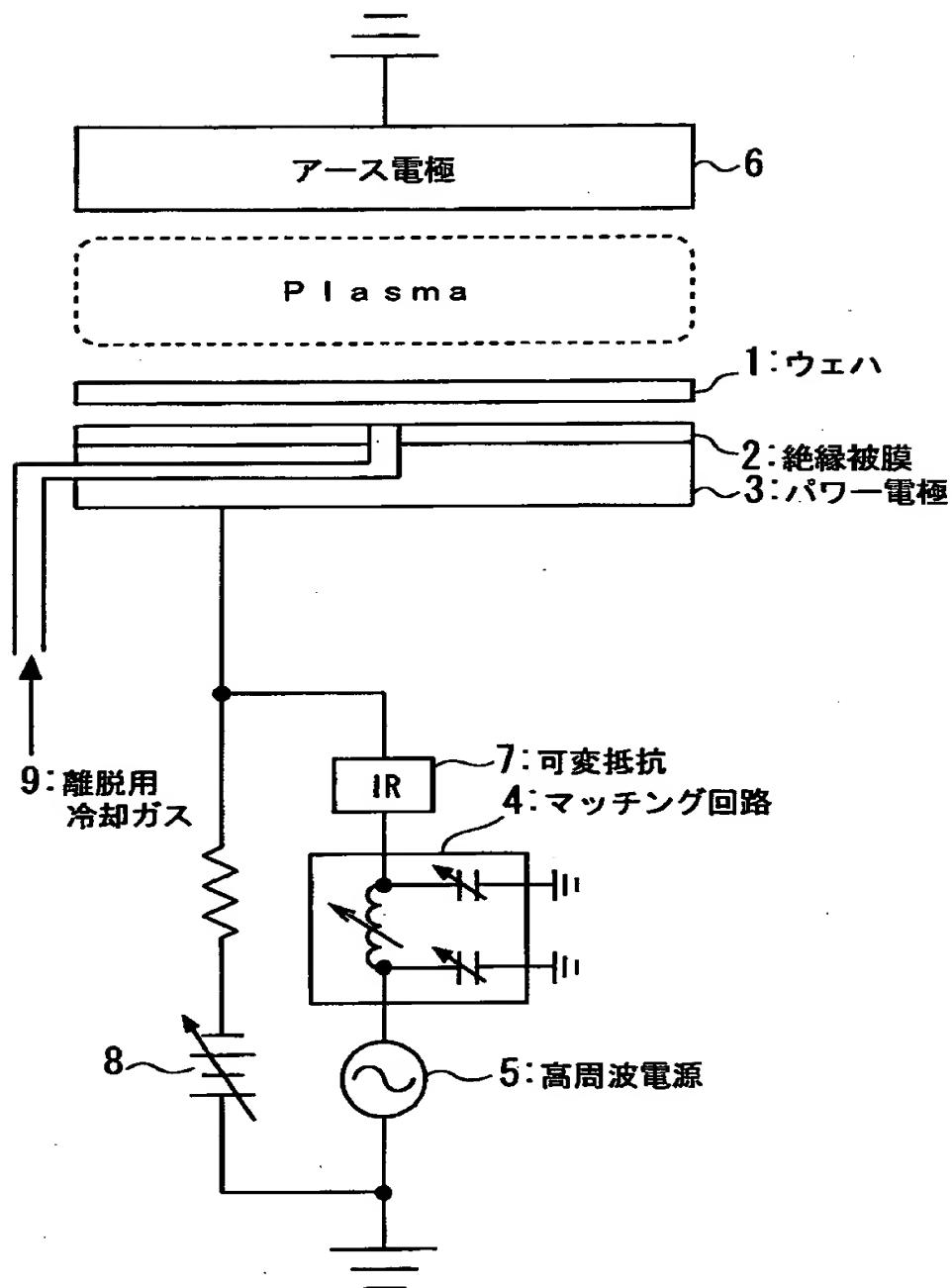
【書類名】 図面
【図1】



【図2】



【図3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ウエハの位置ズレを検出し、プロセス処理の安定化、ウエハ搬送の安定化、ウエハ吸着時間短縮によるスループットの向上を図り、また、静電チャック電圧の最適化、ウエハ吸着・除電検出の安定化を図る。

【解決手段】 処理ガスが導入・排出される処理容器内部に対向して配置された一対のパワー電極3およびアース電極6と、この一対の電極間にプラズマを発生させる高周波電源5と、パワー電極3を試料台とし、この試料台に対してウエハ1を保持および離脱する絶縁被膜2および直流電源8と、試料台とウエハ1との間のプラズマインピーダンスの変動に基づいてウエハ1の静電吸着および除電状態を検出するインピーダンス検出回路11とを備える。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-403083
受付番号	50001707382
書類名	特許願
担当官	東海 明美 7069
作成日	平成13年 1月 9日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082175

【住所又は居所】 東京都新宿区荒木町20番地 インテック88ビル5階

【氏名又は名称】 高田 守

【選任した代理人】

【識別番号】 100066991

【住所又は居所】 東京都新宿区荒木町20番地 インテック88ビル5階

【氏名又は名称】 葛野 信一

【選任した代理人】

【識別番号】 100106150

【住所又は居所】 東京都新宿区荒木町20番地 インテック88ビル5階

【氏名又は名称】 高橋 英樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100108372

【住所又は居所】 東京都新宿区荒木町20番地 インテック88ビル5階

【氏名又は名称】 谷田 拓男

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

氏 名 三菱電機株式会社